



CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UniCEUB
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE – FACES
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

MARIA CLARA DOS SANTOS VENCESLAU
VINÍCIUS BORGES DE AZEVEDO

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO CONTROLE GLICÊMICO
DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 - UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Brasília
2020

MARIA CLARA DOS SANTOS VENCESLAU
VINÍCIUS BORGES DE AZEVEDO

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO CONTROLE GLICÊMICO
DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 - UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do grau de Bacharelado em
Educação Física pela Faculdade de
Ciências da Educação e Saúde Centro
Universitário de Brasília – UniCEUB.

Brasília
2020

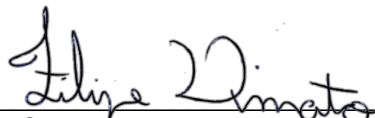
MARIA CLARA DOS SANTOS VENCESLAU
VINÍCIUS BORGES DE AZEVEDO

**EFEITO DO TREINAMENTO DE FORÇA NO CONTROLE GLICÊMICO
DE PACIENTES COM DIABETES MELLITUS TIPO 2 - UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
como requisito parcial à obtenção do grau
de Bacharelado em Educação Física pela
Faculdade de Ciências da Educação e
Saúde Centro Universitário de Brasília –
UniCEUB.

BRASÍLIA, ____ de ____ de 2020

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Filipe Dinato de Lima
Orientador



Prof. Dr. Alessandro de Oliveira Silva
Membro da banca



Prof. Me. Daniel Vasconcelos Veloso
Membro da banca

RESUMO

Introdução O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma doença metabólica que interfere na funcionalidade do nosso corpo, tendo como característica a descompensação da glicemia de forma crônica e o aumento da concentração de glicose no sangue pós-prandial, pela diminuição da sensibilidade de insulina nos tecidos-alvos. **Objetivo** Investigar por meio de uma revisão sistemática, o efeito do treinamento de força no controle glicêmico de pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2. **Métodos** Uma revisão sistemática de estudos experimentais e quase experimentais. Nas bases de dados Scielo e do Pubmed. Os descritores utilizados foram: “strength training” OR “resistance training” OR “weight training” OR “resistance exercise” AND “diabetes” OR “glycemic control” OR “insulin resistance”. **Resultado** Foram incluídos 47 artigos. A maioria deles demonstrou uma redução da glicemia em jejum, da insulina em jejum, da HbA1c e/ou da resistência à insulina através do treinamento resistido. **Conclusão** O exercício resistido desempenha um papel importante de forma aguda e crônica no controle da resistência à insulina, controle glicêmico e níveis de glicose em pacientes portadores do diabetes mellitus tipo 2. **Palavras-chave:** Treinamento de força. Controle glicêmico. Diabetes Mellitus tipo 2.

1 INTRODUÇÃO

O Diabetes Mellitus tipo 2 (DM2) é uma doença metabólica que interfere na funcionalidade do nosso corpo, tendo como característica o aumento da glicemia de forma crônica e o aumento da concentração de glicose no sangue pós-prandial, pela diminuição da sensibilidade de insulina nos tecidos-alvos (ALSA et al., 2008). É uma doença crônica, porém não transmissível. Existem quatro classificações para Diabetes Mellitus, tipo 1 e 2, diabetes gestacional e secundário a outras patologias.

A DM2 se caracteriza pela resistência à insulina, ocorrendo a diminuição na captação de glicose. Como consequência à essa resistência, ocorre uma compensação hiperinsulinêmica, dessa forma com o avanço da doença, podem surgir disfunções nas células β -pancreáticas, comprometendo a síntese e a secreção de insulina (FERREIRA et al., 2011).

Um dos principais órgãos ligados a DM, é o pâncreas. O pâncreas é formado por dois tecidos: os acenos e as Ilhotas de Langerhans. As ilhotas de Langerhans secretam insulina e glucagon direto no sangue, é se organizam em torno de pequenos capilares. Existem 3 tipos de Ilhotas de Langherans: Célula Beta - são 60% de todas células da Ilhota, se encontram no centro e secretam insulina e amilina. Célula Alfa - são 25 % de todas as células da Ilhota e secretam glucagon. E as Células Delta, são 15% de todas as células da Ilhota e secretam somatostatina. Existe uma comunicação inter-relação entre essas células e o controle da secreção de alguns hormônios por outros hormônios (GUYTON & HALL, 2011).

Na Diabetes ocorre um aumento da concentração de insulina plasmática. Isso ocorre como compensação das células betas pancreáticas a diminuição sensibilidade da insulina dos tecidos-alvos. A redução dessa sensibilidade interfere na utilização e armazenamento dos carboidratos, tendo um aumento da glicose sanguínea e aumento compensatório da secreção a insulina, com isso a insulina na célula se liga no seu receptor, faz translocação de GLUT, no músculo GLUT-4, o transportador vai favorecer para que haja essa entrada de glicose (GUYTON & HALL, 2011).

Ao longo dos últimos anos, a DM2 se tornou uma doença epidêmica, sendo a quarta principal causa de morte. No ano de 2014 estimou-se que 120 milhões de pessoas possuíam a DM2. Também foi estimado que, até 2030, 366 milhões de pessoas serão acometidas pela DM2. Nesse sentido, a Federação Internacional de Diabetes estimou a prevalência no Brasil em 10,3% em 2012 (TELO et al., 2006). As

evidências mostram que por conta da alteração no estilo de vida (i.e., alimentação e prática de atividade física) há um aumento predominante de diabetes tipo 2 no Brasil (SARTORELLI, FRANCO, 2013).

Existem vários fatores de risco ligados ao desenvolvimento da DM2, dentre os quais destacam-se a inatividade física, o estresse e a obesidade (WANNAMETHEE, SHAPER, 1999). Além disso, o fator psicológico tem grande influência para o aumento do índice de massa corporal (IMC), que se relaciona com a obesidade e, por fim, leva a DM 2. Além disso, a condição genética também está presente no aumento do fator de risco da doença, posto que, em indivíduos com familiares com grau de parentesco próximo que possuem a síndrome metabólica, há uma maior possibilidade de desenvolvimento da doença (REIS, VELHO, 2002).

A doença traz consigo consequências crônicas, já que os pacientes têm maiores quadros de hipoglicemia, baixa concentração de glicose no sangue, sofrendo danos no sistema neuronal que podem levar a neuropatia periférica. Adicionalmente, há aspectos negativos na circulação sanguínea, que, em casos extremos de lesão, leva a amputação. A retinopatia, a inflamação crônica e a hemorragia de pequenos vasos dos olhos são outras consequências das altas taxas de glicose no sangue (FORTI et al., 2019).

A prática de exercícios físicos resistidos é recomendada para o fortalecimento muscular, recomendados por três dias não consecutivos, com uma realização de 5 a 10 exercícios, preferencialmente multiarticulares, com três a quatro séries de execução, com intensidade entre 75 e 80% 1RM, com descanso entre as séries de 1 a 2 minutos. A progressão é aconselhada nos primeiros 6 meses (MENDES, R. et al 2011).

De acordo com o estudo proposto por Colberg et al. (2010), os efeitos agudos de exercícios de resistência no DM2 resultam em níveis mais baixos de glicose em jejum por pelo menos 24 horas após o exercício, beneficiando também o controle de marcadores glicêmicos e na ação da insulina. Além disso, o estudo relata que o treino de resistência progressivo duas vezes semanais por 16 semanas resulta em aumento na ação da insulina e uma significativa perda de gordura visceral.

Com isso, o objetivo deste estudo foi investigar, por meio de uma revisão sistemática, o efeito do treinamento de força no controle glicêmico de pacientes com Diabetes Mellitus tipo 2.

2 METODOLOGIA

2.1. Modelo de estudo

O estudo foi caracterizado como uma revisão sistemática de estudos experimentais e quase-experimentais.

2.2. Critérios de Busca e Seleção

O estudo foi estruturado metodologicamente de acordo com o modelo PICO, no qual a população (P) foi de homens e mulheres diagnosticados com DM2, a intervenção (I) foi o treinamento de força/resistido, o controle (C) foi a não intervenção ou o treinamento aeróbico, e o desfecho (*outcome* – O) foi o controle glicêmico, a partir das variáveis glicemia em jejum, HOMA-IR, curva glicêmica e hemoglobina glicada – HbA1c. Foram realizadas buscas nas bases de dados eletrônica do Scielo e do PubMed de estudos em inglês e português, usando os seguintes descritores: “strength training” OR “resistance training” OR “weight training” OR “resistance exercise” AND “diabetes” OR “glycemic control” OR “insulin resistance”. Para delimitar ainda mais a quantidade de artigos, foram utilizados os seguintes seletores de palavras-chaves das bases de dados: AND e OR, além de alterar a busca apenas para palavras-chaves que aparecem nos títulos e subtítulos (titles/abstracts) dos artigos nas bases de dados.

Os estudos identificados pela estratégia de busca inicial foram avaliados independentemente e foram selecionados aqueles que se encaixaram nos critérios de inclusão descritos no tópico abaixo.

2.2.1. Critérios de Inclusão

Os estudos foram incluídos na revisão sistemática se na metodologia estivessem descritos: a) Intervenções aplicadas com indivíduos que possuem diabetes mellitus do tipo 2; b) estudo de caráter experimentais (RCT) ou quase-experimentais; c) estudos que tenham sido revisados por pares.

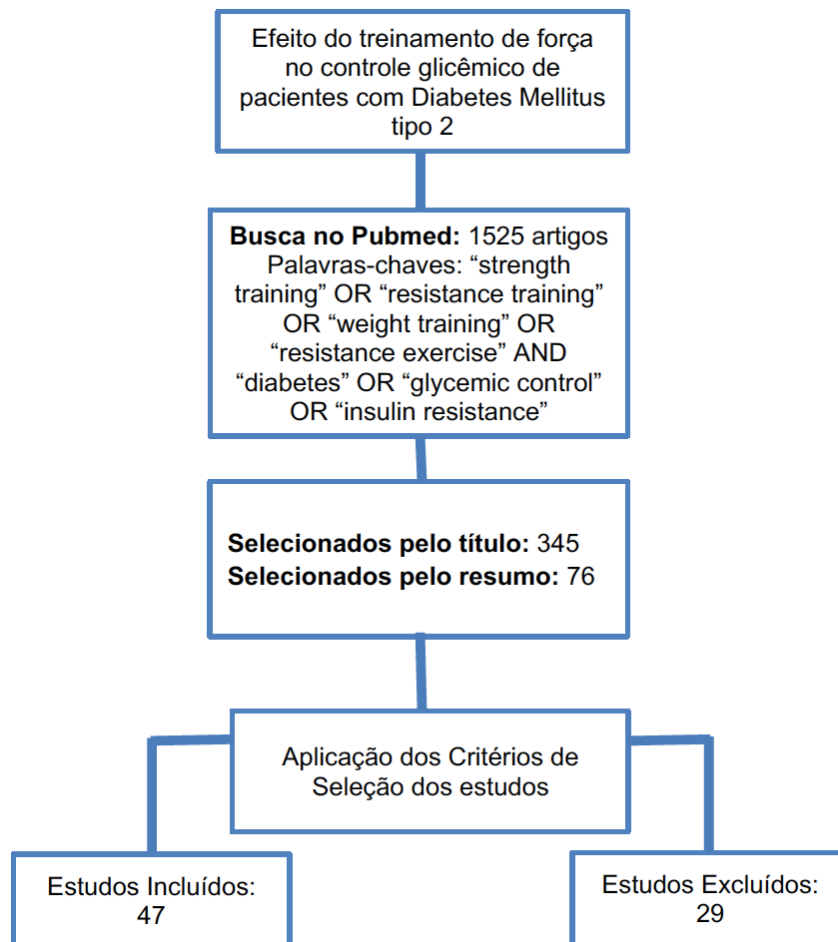
2.2.2. Critérios de Exclusão

Foram excluídos da revisão: a) aqueles que apresentaram indivíduos que possuam doenças neurológicas, retinopatia grave, doença cardiovascular grave, função hepática prejudicada, macroalbuminúria, asma, câncer, lesões músculo-esqueléticas ou qualquer outra contraindicação para o exercício; b) estudos em que os participantes estivessem utilizando insulina exógena e c) aqueles que apresentaram participantes com anormalidades eletrocardiográficas ou hipertensão grave.

2.3. Análise de Dados

Após as buscas iniciais nas bases de dados, foram encontrados 1525 artigos para a combinação de descritores “strength training” OR “resistance training” OR “weight training” OR “resistance exercise” AND “diabetes” OR “glycemic control” OR “insulin resistance”. Na primeira fase da seleção dos artigos, foram selecionados 345 artigos pelo título. Destes, 269 foram excluídos a partir da análise do resumo, restando 76 artigos para análise na íntegra e aplicação dos critérios de seleção. Dentre eles, foram escolhidos apenas artigos que investigaram o efeito do treinamento resistido (TR) nas variáveis de controle glicêmico de pacientes com DM2. Após a aplicação dos critérios de seleção, restaram 49 artigos analisados por este estudo (Figura 01).

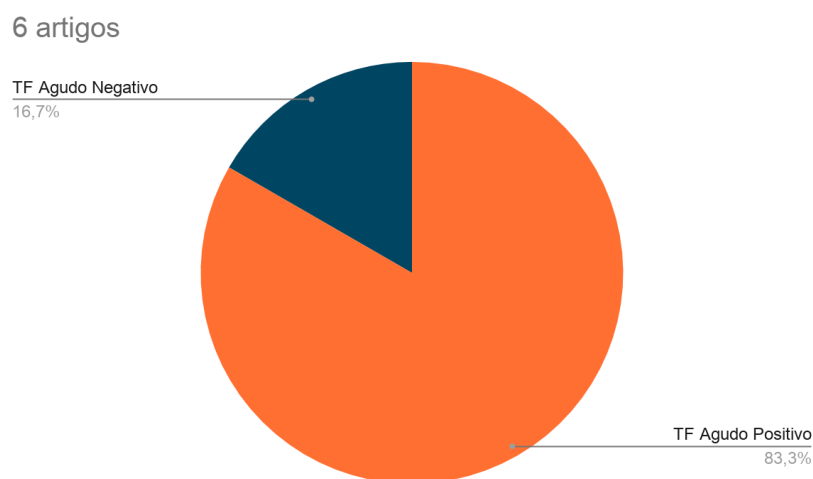
Figura 1 Etapas de busca e seleção dos artigos.



3 RESULTADOS

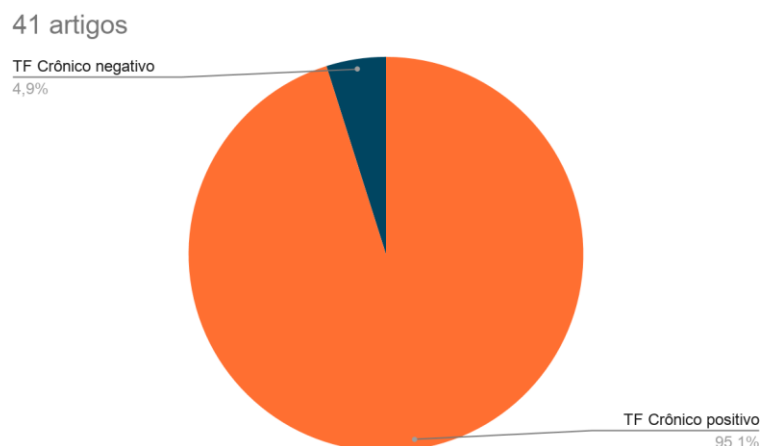
Dentre os artigos incluídos, descritos na figura 02, 6 (12,8%) analisaram o efeito agudo do treinamento de força/resistido no controle glicêmico de pacientes com DM2, utilizando intervenções compostas por 1 a 4 sessões de treinamento (AGUIAR et al., 2018; BLACK et al., 2010; GORDON et al., 2013a; GORDON et al., 2013b, HEDEN et al., 1985; MOREIRA et al., 2012). Destes, 5 artigos demonstraram uma redução da glicemia em jejum, da insulina em jejum, da HbA1c e/ou da resistência à insulina, avaliada pelo índice HOMA-IR após o treinamento de força (AGUIAR et al., 2018; BLACK et al., 2010; GORDON et al., 2013a; HEDEN et al., 1985; MOREIRA et al., 2012). Por sua vez, 1 artigo não encontrou diferença significativa na resistência à insulina, avaliada pelo índice HOMA-IR, e na glicemia após uma sessão de treinamento de força (GORDON et al., 2013b).

Figura 2 Artigos que analisaram o efeito agudo do treinamento.



Dentre os artigos incluídos, descritos na figura 03, 41 (87,2%) analisaram o efeito crônico do treinamento de força/resistido no controle glicêmico de pacientes com DM2, utilizando intervenções com duração de 6 semanas a 12 meses. Destes, apenas 2 artigos não encontraram diferença significativa na resistência à insulina, avaliada pelo índice HOMA-IR, e/ou na glicemia após um período de treinamento de força (BOTTON et al., 2018; CAUZA et al., 2009). Por sua vez, 39 artigos demonstraram uma redução da glicemia em jejum, da insulina em jejum, da HbA1c e/ou da resistência à insulina, avaliada pelo índice HOMA-IR após um período prolongado de força.

Figura 3 Artigos que analisaram o efeito crônico do treinamento.



Dez artigos compararam o efeito crônico do treinamento de força com o treinamento aeróbico. Destes, 4 artigos encontraram um efeito maior do treinamento de força em relação ao treinamento aeróbico no controle glicêmico (ÁLVAREZ et al., 2017c; ARORA et al., 2009; EGGER et al., 2012; YUING FARIAS et al., 2015). Entretanto, os outros 6 artigos que compararam o efeito do treinamento de força com o treinamento aeróbico demonstraram não haver diferença entre os dois tipos de treinamento na magnitude do aprimoramento do controle glicêmico de pacientes com DM 2 (ÁLVAREZ et al., 2017b; BWEIR et al., 2009; DALMAZZO et al., 2019; DAVIDSON et al., 2009; LADE et al., 2016; RANASINGHE, 2018).

Foi avaliado a porcentagem de treinamento dos artigos agudos onde 4 artigos utilizaram 60-80% de 1RM, 1 artigo 50% de 1RM e 1 artigo 20-40% de 1RM como protocolo de treinamento descrito na figura 05. Artigos com análise crônica também analisaram o percentual de treinamento, onde, 5 utilizaram 80-100% de 1RM, 25 com 60-80% de 1RM, 5 com 50% de 1RM, 4 com 20-40% de 1RM e 2 com 10-20% de 1RM (Figura 05).

Figura 4 Percentual de treinamento agudo.

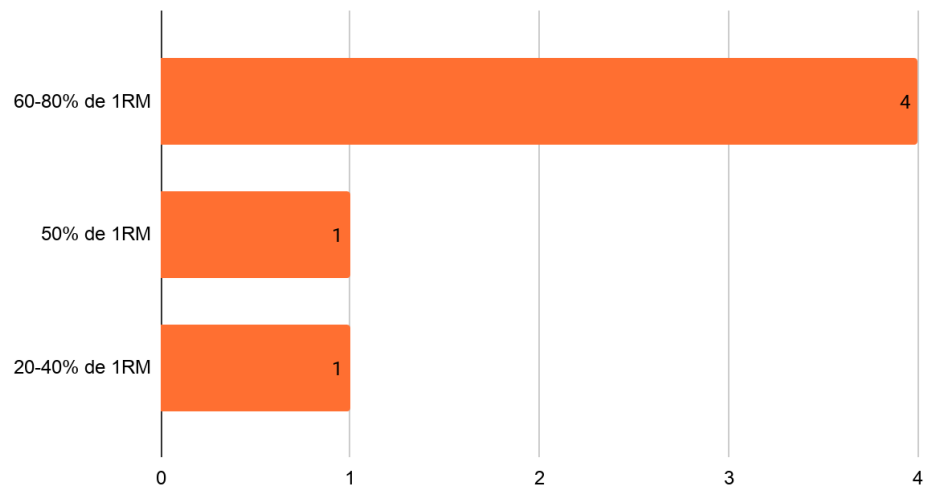
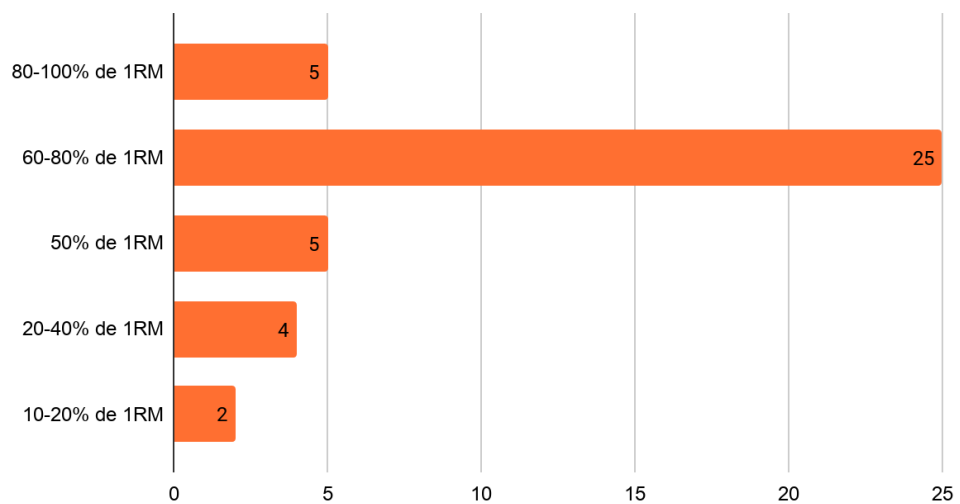
Artigos Efeito Agudo

Figura 5 Percentual de treinamento crônico.

Artigos Efeito Crônico

4 DISCUSSÃO

Algumas sessões de treinamento de força agudo promovem a redução da glicemia, da insulina e da resistência à insulina de pacientes com DM2 através de alguns mecanismos, como o volume total de trabalho podendo eliciar diferentes demandas metabólicas e levar a respostas glicêmicas distintas durante o TR, para melhor controle glicêmico pós-prandial durante o período de recuperação pós-exercício (AGUIAR et al., 2018).

Protocolo com 12 repetições por série e 3 a 4 séries por grupo muscular pode ser ideal para o controle agudo da glicose pós-prandial. Segundo Black Le et al. (2010), o exercício de alta intensidade de até 85% de 1 repetição máxima melhora a sensibilidade à insulina significativamente, mais do que a intensidade moderada em séries múltiplas e únicas. A fosforilação de AMPK e o conteúdo do GLUT4 podem contribuir de forma significativa com a hipóxia também podendo afetar a sensibilidade à insulina (GORDON et al., 2013).

A manutenção da glicemia em repouso e durante o exercício dependem da coordenação e integração dos sistemas nervoso simpático e endócrino. De forma que os músculos contraídos aumentam a captação da glicose circulante, embora os níveis de glicose sejam geralmente mantidos. Com isso os músculos aumentam sua captação e o uso de glicose circulante, promovendo a melhoria aguda na sensibilidade à insulina (COLBERG et al., 2010).

Em contrapartida a execução do treinamento de força crônico promove redução da glicemia, da insulina e da resistência à insulina de pacientes com DM2 ao apresentar melhorias significativas na glicemia de longo prazo e controle glicêmico, determinado por HbA1c reduzindo HOMA-IR foram associados com TR em longo prazo. O estudo indica que TR com intensidade de 50-60% de 1RM traz resultados positivos nos marcadores glicêmicos e na insulina (CAUZA et al., 2005).

Além disso, causa a melhora na função das células β sugerindo que o TR pode afetar preferencialmente a sensibilidade à insulina no músculo esquelético, dessa forma a HbA1c tende a diminuir após a TR de longo prazo em participantes com diabetes mellitus tipo 2 (CROYMANS et al., 2013).

O protocolo de 60-80% de 1RM utilizado três vezes na semana em dias intercalados demonstrou os melhores resultados em marcadores glicêmicos, HOMA IR, hemoglobina glicada e na sensibilidade à insulina (BROOKS et al., 2006). Foram

encontrados 25 artigos utilizando o protocolo 60-80% de 1RM e obtiveram resultados positivos nos marcadores glicêmicos e como também nos valores de sensibilidade à insulina.

Segundo o American College of Sports Medicine e American Diabetes Association (2010) recomenda-se um treinamento de força para pacientes com DM2 de no mínimo 2 vezes na semana, entre 5 à 10 exercícios focando em grandes grupos musculares, sendo de 3 à 4 séries com 8 à 10 repetições de cada exercício com uma intensidade de 8 a 10 RM. Entretanto o estudo elaborado pelo American Heart Association (2009) sugere um treinamento de 3 vezes na semana, também focando em grandes grupos musculares e complementando com exercícios multiarticulares sendo de 2 a 4 séries com 8 à 10 repetições de cada exercício com uma intensidade de 8 a 10 RM. Os dois artigos são referências no estudo do treinamento para portadores de DM2 e trazem protocolos diferentes, mas apresentam uma importância na prevenção e controle das complicações de saúde relacionadas ao DM2 (COLBERG et al., 2010).

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou que o exercício resistido desempenha um papel importante de forma aguda, tendo como protocolo indicado de 1 a 2 sessões de treinamento com 60-80% de 1RM, utilizando 5 a 10 exercícios, preferencialmente multiarticulares com 1 a 4 séries por exercício constatando em melhores resultados na glicemia em jejum, insulina em jejum e resistência à insulina.

O mesmo protocolo 60-80% de 1RM foi realizado de maneira crônica, porém com 3 dias na semana de atividade em dias intercalados, incluindo entre 5 à 10 exercícios e que envolvam os grandes grupamentos musculares com 1 à 4 séries para cada exercício e repetições que variam de 8 à 15, para obter melhores resultados no controle glicêmico, na resistência à insulina nos níveis de glicose em jejum, além do ganho de massa magra e perda do percentual de gordura em pacientes portadores do diabetes mellitus tipo 2.

O exercício de resistência apresenta grande eficácia de forma aguda e crônica no controle da resistência à insulina, controle glicêmico e níveis de glicose em pacientes portadores do diabetes mellitus tipo 2.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, Samuel Silva et al. Acute metabolic responses following different resistance exercise protocols. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 43, n. 8, p. 838-843, 2018.
- ÁLVAREZa, Cristian et al. Changes in the heart rate recovery to endurance effort after high intensity interval, strength, and concurrent exercise training in patients with insulin resistance. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 11, p. 1533-1540, 2017.
- ÁLVAREZb, Cristian et al. Effects and prevalence of nonresponders after 12 weeks of high-intensity interval or resistance training in women with insulin resistance: a randomized trial. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 4, p. 985-996, 2017.
- ÁLVAREZc, Cristian et al. Metabolic effects of resistance or high-intensity interval training among glycemic control-nonresponsive children with insulin resistance. **International Journal of Obesity**, v. 42, n. 1, p. 79-87, 2018.
- ARORA, Ekta et al. Effects of resistance training on metabolic profile of adults with type 2 diabetes. **Indian Journal of Medical Research**, v. 129, n. 5, p. 515, 2009.
- ARSA, Gisela et al. Diabetes Mellitus tipo 2: Aspectos fisiológicos, genéticos e formas de exercício físico para seu controle. **Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum**, v. 11, n. 1, p. 103-11, 2009.
- BLACK, Laurie E.; SWAN, Pamela D.; ALVAR, Brent A. Effects of intensity and volume on insulin sensitivity during acute bouts of resistance training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 24, n. 4, p. 1109-1116, 2010.
- BOTTON, Cíntia E. et al. Effects of resistance training on neuromuscular parameters in elderly with type 2 diabetes mellitus: A randomized clinical trial. **Experimental Gerontology**, v. 113, p. 141-149, 2018.
- BROOKS, Naomi et al. Strength training improves muscle quality and insulin sensitivity in Hispanic older adults with type 2 diabetes. **International journal of medical sciences**, v. 4, n. 1, p. 19, 2007..
- BUCCI, Marco et al. Resistance training improves skeletal muscle insulin sensitivity in elderly offspring of overweight and obese mothers. **Diabetologia**, v. 59, n. 1, p. 77-86, 2016.
- BWEIR, Salameh et al. Resistance exercise training lowers HbA1c more than aerobic training in adults with type 2 diabetes. **Diabetology & metabolic syndrome**, v. 1, n. 1, p. 27, 2009.
- CASTANEDA, Carmen et al. A randomized controlled trial of resistance exercise training to improve glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 12, p. 2335-2341, 2002.

CAUZAa, Edmund et al. Effects of progressive strength training on muscle mass in type 2 diabetes mellitus patients determined by computed tomography. **Wiener Medizinische Wochenschrift**, v. 159, n. 5-6, p. 141-147, 2009.

CAUZA_b, Edmund et al. The metabolic effects of long term exercise in type 2 diabetes patients. **Wiener Medizinische Wochenschrift**, v. 156, n. 17-18, p. 515, 2006.

CAUZA_c, Edmund et al. The relative benefits of endurance and strength training on the metabolic factors and muscle function of people with type 2 diabetes mellitus. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 86, n. 8, p. 1527-1533, 2005..

CROYMANS, Daniel M. et al. Resistance training improves indices of muscle insulin sensitivity and β -cell function in overweight/obese, sedentary young men. **Journal of applied physiology**, v. 115, n. 9, p. 1245-1253, 2013.

DALMAZZO, Verenna et al. Efectos del ejercicio físico intervalado en la mejora del control glicémico de adultos obesos con insulinoresistencia. **Nutrición Hospitalaria**, v. 36, n. 3, p. 578-582, 2019.

DE LADE, Carlos Gabriel et al. Effects of different exercise programs and minimal detectable changes in hemoglobin A1c in patients with type 2 diabetes. **Diabetology & metabolic syndrome**, v. 8, n. 1, p. 13, 2016.

DUNSTAN, David W. et al. High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 25, n. 10, p. 1729-1736, 2002.

EGGER, Andreas et al. Different types of resistance training in type 2 diabetes mellitus: effects on glycaemic control, muscle mass and strength. **European journal of preventive cardiology**, v. 20, n. 6, p. 1051-1060, 2013.

FARIAS, Tuillang Yuing et al. Effects of training and detraining on glycosylated haemoglobin, glycaemia and lipid profile in type-II diabetics. **Nutrición Hospitalaria**, v. 32, n. 4, p. 1729-1734, 2015.

FENICCHIA, L. M. et al. Influence of resistance exercise training on glucose control in women with type 2 diabetes. **Metabolism**, v. 53, n. 3, p. 284-289, 2004.

FERREIRA, Leandro Tadeu et al. Diabetes melito: hiperglicemia crônica e suas complicações. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, v. 36, n. 3, 2011.

FORTI, C. A. et al. **Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. São Paulo: Clannad, 2019. 491 p.

GORDON, B. A. et al. Insulin sensitivity not modulated 24 to 78 h after acute resistance exercise in type 2 diabetes patients. **Diabetes, Obesity and Metabolism**, v. 15, n. 5, p. 478-480, 2013.

GORDON, Brett A. et al. Glycemic response varies between resistance and aerobic exercise in inactive males with long-term type 2 diabetes. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 38, n. 8, p. 900-904, 2013.

GORDON, P. L. et al. Resistance training alters cytokine gene expression in skeletal muscle of adults with type 2 diabetes. **International journal of immunopathology and pharmacology**, v. 19, n. 4, p. 739-749, 2006.

HALL, J. E. **Guyton & Hall: Tratado de Fisiologia Médica**, 12ª ed., Ed. Elsevier, Rio de Janeiro, RJ; 2011.

HAMEED, Unaise Abdul et al. Resistance training leads to clinically meaningful improvements in control of glycemia and muscular strength in untrained middle-aged patients with type 2 diabetes mellitus. **North American journal of medical sciences**, v. 4, n. 8, p. 336, 2012.

HEDEN, Timothy D. et al. Postdinner resistance exercise improves postprandial risk factors more effectively than predinner resistance exercise in patients with type 2 diabetes. **Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 5, p. 624-634, 2015.

HOLTEN, Mads K. et al. Strength training increases insulin-mediated glucose uptake, GLUT4 content, and insulin signaling in skeletal muscle in patients with type 2 diabetes. **Diabetes**, v. 53, n. 2, p. 294-305, 2004.

HORDERN, Matthew D. et al. Determinants of changes in blood glucose response to short-term exercise training in patients with Type 2 diabetes. **Clinical Science**, v. 115, n. 9, p. 273-281, 2008.

JANISZEWSKI, Peter M.; ROSS, Robert. Effects of weight loss among metabolically healthy obese men and women. **Diabetes care**, v. 33, n. 9, p. 1957-1959, 2010.

KADOGLU, Nikolaos PE et al. The effects of resistance training on ApoB/ApoA-I ratio, Lp (a) and inflammatory markers in patients with type 2 diabetes. **Endocrine**, v. 42, n. 3, p. 561-569, 2012.

KANG, Sunghwun et al. Circuit resistance exercise improves glycemic control and adipokines in females with type 2 diabetes mellitus. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 8, n. 4, p. 682, 2009.

MAHDIREJEI, Hassan Amouzad et al. Effects of an eight-week resistance training on plasma vaspin concentrations, metabolic parameters levels and physical fitness in patients with type 2 diabetes. **Cell Journal (Yakhteh)**, v. 16, n. 3, p. 367, 2014.

MAVROS, Yorgi et al. Changes in insulin resistance and HbA1c are related to exercise-mediated changes in body composition in older adults with type 2 diabetes: interim outcomes from the GREAT2DO trial. **Diabetes care**, v. 36, n. 8, p. 2372-2379, 2013.

MENDES, R. et al. Programa de exercício na diabetes tipo 2. **Revista Portuguesa de Diabetes**, v. 6, n. 2, p. 62-70, 2011.

MINGES, Karl E. et al. Associations of strength training with impaired glucose metabolism: the AusDiab Study. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 45, n. 2, p. 299-303, 2013.

MISRA, Anoop et al. Effect of supervised progressive resistance-exercise training protocol on insulin sensitivity, glycemia, lipids, and body composition in Asian Indians with type 2 diabetes. **Diabetes care**, v. 31, n. 7, p. 1282-1287, 2008.

MOREIRA, Sérgio R. et al. Blood glucose control for individuals with type-2 diabetes: acute effects of resistance exercise of lower cardiovascular-metabolic stress. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 10, p. 2806-2811, 2012.

OLIOSO, Debora et al. Effects of aerobic and resistance training on circulating micro-RNA expression profile in subjects with type 2 diabetes. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 104, n. 4, p. 1119-1130, 2019.

PARK, Bong-Sup et al. Effects of elastic band resistance training on glucose control, body composition, and physical function in women with short-vs. long-duration type-2 diabetes. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 6, p. 1688-1699, 2016.

PLOTNIKOFF, R. C. et al. Multicomponent, home-based resistance training for obese adults with type 2 diabetes: a randomized controlled trial. **International journal of obesity**, v. 34, n. 12, p. 1733-1741, 2010.

RANASINGHE, C. et al. Study protocol: a randomised controlled trial of supervised resistance training versus aerobic training in Sri Lankan adults with type 2 diabetes mellitus: SL-DART study. **BMC public health**, v. 18, n. 1, p. 176, 2018.

ROBERTS, Christian K.; LITTLE, Jonathan P.; THYFAULT, John P. Modification of insulin sensitivity and glycemic control by activity and exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 45, n. 10, p. 1868-1877, 2013.

RUSSELL, Ryan D. et al. Skeletal muscle microvascular-linked improvements in glycemic control from resistance training in individuals with type 2 diabetes. **Diabetes Care**, v. 40, n. 9, p. 1256-1263, 2017.

SHABANI, Ramin et al. Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 6, 2015.

SHAIBI, Gabriel Q. et al. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 7, p. 1208, 2006.

SIMPSON, Kylie A. et al. Graded Resistance Exercise And Type 2 Diabetes in Older adults (The GREAT2DO study): methods and baseline cohort characteristics of a randomized controlled trial. **Trials**, v. 16, n. 1, p. 512, 2015.

TAKENAMI, Eri et al. Effects of low- intensity resistance training on muscular function and glycemic control in older adults with type 2 diabetes. **Journal of diabetes investigation**, v. 10, n. 2, p. 331-338, 2019.

APÊNDICE A

Tabela 1 Resumo dos resultados dos artigos que investigaram o efeito agudo do treinamento de força no controle glicêmico de pacientes com DM2.

Artigo	Amostra	Protocolo de treinamento	Duração	Variáveis analisadas	Resultado
Aguiar et al., (2018)	n = 89 homens	1 Sessão de TR, cada grupo em 1 exercício, uma sequência de séries, e um percentual % específico	1 sessão	Glicose sanguínea	Cada teste obteve resultados diferentes de cada teste. Sendo 3-4x de 9-12r ideal para controle agudo de glicose pós-prandial.
Black LE, et al. (2010)	n=17 (12 homens e 5 mulheres)	TR 2x na semana 65-85% 1RM variando a porcentagem de acordo com os exercícios	4 sessões	Glicose plasmática em jejum, insulina sérica em jejum	Melhora significativa pós teste. Sensibilidade a insulina -0,62 glicemia de jejum -4,87 Insulina em jejum -2,25
Gordon BA, et al. (2013a)	n=8 Homens, sedentários portadores de DM2	TR, 1 sessão, 6 exercícios a 60% de 1RM Aeróbio, 1 sessão a 70% da FcMáx	2 sessões	Glicemia, HbA1c	Resistido, - 2,8% no HbA1c e 3,5% na Glicemia pós testes Aeróbio não demonstrou diferenças significativas
Gordon BA, et al. (2013b)	n=10 Indivíduos portadores de DM2	TR, 1 sessão	1 sessão	Homa 1r, Glicemia	Não houve diferença nas taxas Homa 1r e glicemia pós testes p>0,05

Heden TD, et al. (1985)	n=13 Homens portadores de DM2	TR 3 sessões, 8 exercícios 50% de 1RM	3 sessões	Glicose no sangue, Insulina, HOMA-IR	Insulina -34%, HOMA IR -2%, glicose se manteve
Moreira SR., (2012)	n= 19 (Nove indivíduos com diabetes tipo 2 e 10 sem diabetes)	3 sessões em circuito, 6 exercícios, entre 23 e 43% de 1RM	4 dias	Glicose no sangue	houve redução glicose em - 3,2%% após os testes

APÊNDICE B

Tabela 2 Resumo dos resultados dos artigos que investigaram o efeito crônico do treinamento de força no controle glicêmico de pacientes com DM2.

Artigo	Amostra	Protocolo de treinamento	Duração	Variáveis analisadas	Resultado
Álvarez C, et al. (2017a)	n= 43 mulheres - (com resistência a insulina) G1- 18 G2- 17 G3- 8	G1- HITT: 3x por semana 70% FC G2- TR: 2x na semana 40% 1RM G3-HITT+TR: 5x na semana 70% FC, Resistência 40% 1RM	12 semanas	HOMA IR, insulina em jejum,	Houve redução das variáveis glicêmicas HOMA IR, insulina em jejum em todos os grupos G1: -13,1 G2: -14,1 e G3- -6,6
Álvarez C, et al. (2017b)	n= 35 mulheres (resistentes a insulina) G1- 18 G2- 17	G1- TR: 3x por semana 20-60% mudança ao longo da semana G2: Aeróbio: 3x por semana 70% FcMáx	12 semanas	glicemia em jejum, insulina e HOMA-IR	G1: -6,6% Glicemia em jejum G2: - 5,8%, Glicemia em jejum Não houve diferença significativa na insulina entre dois grupos. G1:- 21% HOMA IR
Álvarez C, et al. (2017c)	n= 56 crianças sedentárias (resistentes a insulina) G1- TR (29) G2- Aeróbico (27)	G2- TR entre 10-25% 1RM G1- Aeróbio: 50-70% FcMáx	6 semanas	Glicemia em jejum e HOMA-IR	G1: -15.2%HOMA-IR G2: -23.1%HOMA-IR

Arora E, et al. (2009)	n=30 (14 mulheres e 16 homens) G1-10, G2-10, G3-10	G1 - TR G2- Aeróbico G3- Controle	8 semanas	HbA1c	Redução significativa no HbA1c pós exercício G1: - 2,4% G2: - 0,9%
Botton CE et al. (2018)	n=26 homens idosos portadores de DT2 G1- 13 G2- 13	G1- TR 3x na semana 60% 1RM G2- Controle	12 semanas	Controle glicêmico	P = 0,98 não houve diferença significativa no perfil glicêmico pós testes
Brooks N, et al. (2006)	n=62 (indivíduos hispânicos portadores de DT2) G1- 31 G2-31	G1- TR 3x na semana, 5 exercícios 60-80% de 1RM	16 semanas	HOMA-IR, Glicose em jejum, Insulina de jejum, HbA1C	Melhora do controle glicêmico 1,4% , HOMA-IR - 3,6%
Bucci M, et al. (2016)	n=46 (mulheres idosas obesas e sobrepeso G1- 20 G2- 17 G3- 9	TR 3x por semana 4 exercícios membro inferior. G1- mulhres com sobrepeso G2- mulheres obesas efetuaram o mesmo protocolo de teste	16 semanas	Sensibilidade a insulina	Não houve diferença significativa pós testes entre os grupos. Houve diferença significativa nos dois grupos para sensibilidade a insulina G1:-1,2%, G2:- 0,9%
Bweir S, et al. (2009)	n=20 (sedentários, 10 homens e 10 mulheres) G1: 10 G2: 10	G1- TR 3x por semana 7 exercícios G2- Aeróbico 75% da FCMax	10 semanas	HbA1, glicose sanguínea	Houve diferença no HbA1 pós exercício de G1: -8,7% e G2: -8,9%

Castaneda C, et al. (2002)	n= 62 40 mulheres e 22 homens portadores de DT2	G1 TR 3x por semana 5 exercícios 60-80% de 1RM mudando de acordo com as semanas	16 semanas	hemoglobina glicosilada	hemoglobina glicosilada -0,2%, reduzindo 72% da medicação para diabetes
Castaneda F, et al. (2006)	n=13 homens e mulheres hispânicos portadores de DT2	TR 3x semana, 2 exercícios (60-75%) de acordo com a semana.	16 semanas	Hemoglobina Glicosilada	redução média de -13% na hemoglobina glicosilada
Cauza E, et al. (2006)	n=10 5 homens e 5 mulheres	TR e força 3x na semana	16 semanas	Controle glicêmico, HbA1	redução de -0,7% HbA1 e o controle glicêmico foi reduzindo com o tempo
Cauza E, et al. (2005)	n=22 11 homens e 11 mulheres, portadores de DT2	G1: TR, 3x semana 6 séries por grupo muscular por semana(60-80% de 1Rm) G2: Aeróbio 3x por semana 60% FcMáx	16 semanas	HbA1, glicose no sangue, e a resistência à insulina	G1: redução de -1,2% no HbA1, redução de 57mg/dl na glicose sanguínea, redução de -2% na resistência a insulina G2: não houve diferença em nenhum dado analisado
Cauza E, et al. (2009)	n=20 indivíduos portadores de DT2	TR 3x semana 5 exercícios	16 semanas	HbA1c	Não houve relação direta entre o resultado com o HbA1c

Croymans DM, et al. (2013)	n=28 Indivíduos portadores de DM2	14 participantes TR 3x semana, 4 exercícios a 70% de 1RM 14 participantes formaram o grupo controle	12 semanas	Taxas de insulina e glicose	Redução de -13,5% das taxas de glicose e 4% nas taxas de insulina
Dalmazzo V, et al. (2019)	n=28 Indivíduos portadores de DM2 G1-14, G2-14	G1- TR 3x semana 60-80% de 1RM G2- HIIT 3x semana 60% FcMáx,	12 semanas	Glicemia, insulinemia basal	Redução -5% nas duas partes analisadas
Davidson LE, et al. (2009)	n=136 (homens e mulheres idosos, sedentários e com obesidade) G1- 34, G2- 34, G3-34	(G1- TR 3x semana, 12 exercícios, 50-60% 1 RM. G3- Aeróbios 3x semana 50% FcMáx	12 semanas	Glicemia , glicose	G2- Glicemia -5% G1- Glicemia -5%, Resultado não relevante de glicose nos dois grupos
Lade CG, et al. (2016)	n=11 5 homens e 6 mulheres portadores de DM2	TR 3x semana 60% 1RM Aeróbio 3x semana 50% FcMáx	20 semanas	Perfil glicêmico, hemoglobina A1c	Redução de -2% na hemoglobina A1c para grupo resistência, Redução de -1,7% na hemoglobina A1c para grupo aeróbio
Dunstan DW, et al.	n=36 24 homens e 13 mulheres com sobrepeso, portadores de DM2	TR 3x semana 9 exercícios com 75-85% de 1RM	26 semanas	HbA1c, insulina sérica	Redução de -1,6% nos índices de HbA1c, não houve diferença no índice de insulina sérica pós testes.
Egger A, et al. (2012)	n=32 13 homens e 19 mulheres	TR 2x semana, 6 exercícios a 40% de 1RM Aeróbio 2x semana, 70%FcMáx	8 semanas	Glicose	tes Resistência reduziu 1,4% da glicemia, treinamento aeróbio não demonstrou resultados significativos

Fenicchia LM, et al. (2004)	n=7 mulheres portadoras de DM2	TR 3x semana, 8 exercícios, 60% 1RM	6 semanas	Glicose e insulina	Após testes a glicose reduziu 3,2%, já a insulina não demonstrou diferenças nas taxas pós testes
Gordon PL, et al. (2006)	n=30 homens e mulheres portadores de DM2	TR, 3x semana, 6 exercícios 60-80% de 1RM variando a intensidade durante as semana	16 semanas	Insulina, TGF b	Redução de -0,15% no TgF, B, redução 4,6% na taxa de insulina pós teste.
Hameed UA, et al. (2012)	n=48 35 homens e 13 mulheres, sedentários	TR, 3x semana, 7 exercícios 65-70% de 1RM	8 semanas	HbA1c, Glicemia	Redução de -5,6% no HbA1c e -5% na glicemia dos participantes
Holten Mk et al., (2004)	n = 17 (10 indivíduos diabéticos tipo 2 e 7 homens saudáveis)	TR em uma perna 3 x por semana, enquanto a outra perna permaneceu sem treinamento. Sessão de 30 minutos	6 semanas	Glicose sanguínea	TR - aumento ação da insulina no músculo esquelético
Honkola A et al., (2008)	n= 38 (TR: 18; Controle: 20)	TR (intensidade moderada, volume alto) 2x / semana	20 semanas	HbA1c	Diferença entre grupos na HbA1c (0,5%) alcançaram significância estatística (P <0,01).

Kadoglou NP et al., (2012)	n=52 (DM2 com sobrepeso / obesidade, com controle glicêmico inadequado (HbA1c [6,5%])	G1 : TR supervisionado (3x na semana, 60 min / sessão, 2–3 séries de 8 exercícios de peso da máquina, 60–80% G2: exercícios para aumentar a atividade física diária.	3 meses	Resistência à insulina (HOMA-IR)	A redução de HOMA-IR foi considerada um preditor independente de alterações na razão ApoB / ApoA-I ($R^2 = 0,406$, $p = 0,041$) no REG
Kang S, et al., (2009)	n=15 (mulheres coreanas pós-menopausa adultas com diabetes mellitus tipo 2) dividido aleatoriamente em 2 grupos CE e WE n=18 Homens (portadores de DT2)	3x semana, 3 séries de 6 exercícios com 60% de 1 RM	12 semanas	Glicemia e insulina	resistência do circuito exercício teve resultados na resistência à insulina (HOMAIR) -2,1% glicose - 8,4% e HbA1c -0,43%
Mahdireje H, et al. (2014)	G1 – Controle (9) G2 – TR (9)	G1- controle G2- TR 3x semana 50-70% 4 semanas, 70-80% nas 4 semanas finais	8 semanas	Insulina, HOMA-IR e HbA1C	Melhora significativa HbA1C pré 0,903, pós 0,161
Mavros Y et al., (2013)	n= 103 (idosos com diabetes tipo 2.)	TR 3x por semana, com 3 séries com 8 exercícios a 80% de 1RM	12 meses	(HOMA2-IR) e hemoglobina glicosilada (HbA1c).	Após testes o estudo obteve diferenças nas variáveis glicêmicas com HOMA2-IR -0,42% HbA1c -0,29%
Minges KE et al., (2013)	n= 5.831 adultos ((idade média = 56,0 T 12,7 anos) sem diagnóstico clínico diabetes, 2.622 homens e 3209 mulheres)	treinamento de força 2 a 3x na semana	1 ano	Teste de tolerância à glicose oral, IGM (que inclui glicose em jejum diminuída, glicose diminuída tolerância, ou diabetes tipo 2 recém-diagnosticado)	IGM teve uma reduzida 0,01 %

Misra A et al.,(2008)	n=30 (com diabetes tipo 2)	TR- 3x semana, 3 séries com 6 exercícios com 100% de 3RM	12 semanas	protocolo de sensibilidade à insulina, glicemia (níveis de glicose no sangue e A1C), lipídios e corpo composição	sensibilidade à insulina melhorou significativamente de 1,22 0,73 para 2,13 0,75 (P 0,0001) após a intervenção. glicose no sangue em jejum (2,7 2,2 mmol / l, P 0,001)
Park BS., (2016)	n= 26 (mulheres com diabetes tipo 2)	5x na semana, 10 exercícios, 10 - 15 repetições utilizando banda elástica	12 semanas	Glicose, HbA1c, insulina	Glicose -31% , HbA1c - 18%, Insulina -40%
Plotnikoff RC., (2010)	n= 48 (indivíduos obesos com diabetes tipo 2, foram aleatoriamente designados para um RT (n ¼ 27) ou um controle grupo (n = 21))	TR 3x na semana 40-60% de 1Rm	16 semanas	hemoglobina-A1C, insulina em jejum,	grupos de controle para insulina em jejum foi 33,5 pmol l1 (95% CI 61,0, 5,1, P = 0,022); a 6,4% HbA1c não obteve resultados significativos após os testes
Oliosio D., (2019)	n= 24	TR 3x na semana entre 60-80% de 1RM	4 meses	HbA1c	Após testes o estudo obteve resultado positivo para HbA1c -6,97%

Ranasinghe C., (2018)	n= 9 (programa de exercícios de resistência progressiva (RT) e programa de exercícios aeróbicos (TA) com tratamento / controle padrão (CN))	As sessões de atividade por grupo (RT, TA e CN) foi 2 vezes por semana	3 meses	controle glicêmico e HbA1c	treinamento RT e AT tiveram uma diminuição HbA1c de 0,6%
Roberts CK., (2013)	n= 55 (homens e mulheres mais velhos (idade média = 54 anos))	2 vezes na semana grupo de treinamento resistido e controle	16 semanas	Controle de glicose, glicose pós-prandial e glicose pré-prandial	RT melhora a ação da insulina em indivíduos com tolerância à glicose diminuída ou T2D
Russell RD., (2017)	n= 17 (11 homens e 6 mulheres; 52 6 2 anos)	30 min de exercício moderado por semana de exercício de resistência	6 semanas	análises químicas clínicas (lipídios, glicose, HbA1c, insulina e produtos finais de glicação avançada) e foram submetidos a um desafio oral de glicose	a curva de glicose- tempo após RT 0,0005 %
Shabani R., (2015)	n=20 (mulheres obesas, selecionadas aleatoriamente em dois grupos (exercício de resistência em circuito e controle))	3x na semana com seis estações de 40-50% 1-RM e com o passar das semanas, ia progredindo.	3 meses	testes de glicemia sanguínea da veia braquial, glicemia de linha de base incluindo HbA1c e glicose no sangue em jejum	mudanças significativas na hemoglobina glicosilada (HbA1c) e gordura subcutânea foi observada no grupo CRT (P = 0,04, P = 0,002, respectivamente)

Shaibi GQ., (2006)	n= 22 (adolescentes latinos com sobrepeso) (dividido em dois grupos de treinamento de resistência ou um grupo de controle sem exercícios)	grupo de treinamento de resistência 2x na semana	16 semanas	sensibilidade à insulina determinada pelo teste de tolerância à glicose intravenosa	No grupo de TR a sensibilidade a insulina aumentou 7,3%
Simpson KA., (2015)	n= 103	treinamento de força de corpo inteiro baseado em máquina a 80% 1RM 3x por semana	12 meses	Controle glicêmico (HbA1c) e resistência à insulina medida pela avaliação do modelo homeostático 2 (HOMA2-IR)	Redução de 2,3% no HbA1c Redução de 0,4% no HOMA2-IR pós testes
Takenami E., (2018)	n=15	treinamento de resistência de baixa intensidade 2 x na semana	16 semanas	controle glicêmico por uma sessão de LST e HbA1c	Plasma de jejum glicose após exercício foi maior do que repouso 0,05%
Yuing Farias T., (2015)	n= 30 (foram divididos aleatoriamente em um grupo AT e um grupo RT)	3x por semana (grupo AT (65% de sua capacidade aeróbia máxima)) (grupo RT (protocolo 3 series a 65% de 1RM)	12 semanas	glicemia em um estado de jejum e hemoglobina glicosilada	no grupo RT a glicemia reduziu -0,2%
